



La présente invention a trait à un pneumatique radial à faible section pour fortes charges et à un procédé pour sa fabrication.

En général, le pneumatique radial pour fortes charges  
5 comprend une carcasse radiale toroïdale s'étendant par-dessus deux talons annulaires, une ceinture composée de plusieurs couches de plis superposées l'une à l'autre autour de la partie de couronne de la carcasse, et une bande de roulement en caoutchouc. Pour la carcasse radiale,  
10 on utilise un seul pli ou plusieurs plis formés de câbles toronnés en fils d'acier (dit ci-après "câble d'acier"), ou des câbles de fibre de Nylon, fibre de polyester, fibre de polyamide aromatique (dit ci-après Kevlar (non commercial)) ou analogue. Pour ce qui est de la ceinture, il  
15 existe plusieurs cas, dont l'un est le cas où une première couche composée d'un nombre pair de plis de câbles, usuellement deux plis de câbles comportant chacun des câbles d'acier faiblement inclinés sur le plan équatorial du pneumatique, est combinée avec une seconde couche d'un pli  
20 de câbles comportant des câbles d'acier légèrement plus inclinés sur le plan équatorial du pneumatique et interposée entre la première couche et la partie de couronne de la carcasse. Dans un autre cas, la première couche est directement superposée à la partie de couronne de la carcasse et un ou plusieurs câbles relativement extensibles  
25 tels que câbles de Nylon sont enroulés en hélice autour de la première couche quasi parallèlement au plan équatorial du pneumatique et entre la première couche et le caoutchouc de bande de roulement, ou un entoilage pour  
30 pneumatique en câbles de Nylon ayant la même inclinaison d'angle d'hélice que ci-dessus est superposée à la première couche.

Une telle structure de ceinture est avantageusement appliquée sur les pneumatiques classiques ayant un rapport  
35 hauteur/largeur d'environ 1,0. Toutefois, si l'on souhaite appliquer la structure de ceinture ci-dessus à des pneumatiques radiaux à faible section pour fortes charges ayant

un rapport hauteur/largeur non supérieur à 0,8 et notamment à 0,4 environ, la rigidité de la ceinture subit une baisse accusée sur les deux côtés, de sorte qu'on ne peut pas garantir que la bande de roulement garde la forme voulue.

En effet, attendu qu'un pneumatique de ce type est usuellement gonflé sous une forte pression interne d'environ 8 kg/cm<sup>2</sup>, la ténacité de la ceinture étalée transversalement devient plus grande sur les deux côtés que dans la partie centrale. Par conséquent, la bande de roulement prend une forme concave qui laisse sur le sol une empreinte en forme de gourde à axe dirigé suivant la largeur de la bande de roulement, de sorte qu'une usure irrégulière risque d'apparaître et que la résistance au patinage à l'état humide baisse désavantageusement.

L'invention a par conséquent pour but de résoudre efficacement les problèmes inhérents au pneumatique radial à faible section pour fortes charges classique et de fournir un procédé avantageux pour la fabrication d'un pneumatique radial à faible section pour fortes charges de ce type qui échappe aux inconvénients inhérents au pneumatique classique tel que décrit ci-dessus.

Suivant l'invention, il est prévu un pneumatique radial à faible section pour fortes charges comprenant une carcasse radiale qui s'étend sous forme toroïdale entre deux talons annulaires, une ceinture composée de plusieurs couches de plis successivement superposées l'une à l'autre autour d'une partie de couronne de la carcasse et une bande de roulement en caoutchouc ayant sensiblement une largeur égale à la largeur maximale de la ceinture, ladite ceinture étant une combinaison d'une première couche de ceinture avec une seconde couche de ceinture, ladite première couche de ceinture étant composée d'au moins deux plis de câbles comportant chacun des câbles ayant une inclinaison faible sur le plan équatorial du pneumatique, plis dont les câbles se croisent par rapport au plan équatorial, ladite seconde couche de ceinture

étant composée d'au moins un pli de câbles comportant des câbles non extensibles ou difficilement extensibles disposés quasi parallèlement au plan équatorial, s'étendant au-delà des deux côtés de la première couche de ceinture et placée entre la carcasse et la première couche de ceinture

Dans les réalisations préférées de l'invention, la carcasse radiale est composée d'un à plusieurs plis de câbles de fibre, tous en fibre de Nylon, fibre de polyester ou de préférence, fibre de Kevlar, ou d'un ou deux plis au plus de câbles d'acier. En outre, dans la première couche de ceinture, les câbles de fibre ou d'acier précités ont une inclinaison de 10 à 40° sur le plan équatorial du pneumatique, tandis que la seconde couche de ceinture comporte des câbles à module d'élasticité non inférieur à  $30 \times 10^4$  kg/cm<sup>2</sup> et s'étend sur une largeur supérieure à celle de la première couche de ceinture et sensiblement égale à celle de la bande de roulement. De plus, la seconde couche de ceinture est disposée sur la carcasse de façon à être située à raison d'au moins 50 % et de préférence de 60 à 80 %, dans sa partie médiane, le long de la ligne de passage des câbles de la partie de couronne de la carcasse, tandis<sup>que</sup> ses deux autres parties, latérales, sont disposées sur des coussins en caoutchouc situés chacun au niveau d'un épaulement de la carcasse. En outre, la seconde couche de ceinture a une résistance à la traction par unité de largeur, égale à 60-90 % de la somme des résistances à la traction des première et seconde couches de ceinture par unité de largeur, ces résistances étant calculées par la formule suivante :

$$T.N \cos^2 \alpha / R_m.P$$

où T est la ténacité d'un câble, N le compte total de câbles par unité de largeur mesuré perpendiculairement aux câbles,  $\alpha$  l'inclinaison du câble sur le plan équatorial du pneumatique,  $R_m$  le "rayon" de chaque pli de câbles c'est-à-dire la distance du centre du câble au centre du pneumatique et P la pression interne normale du pneumatique.

Dans le pneumatique suivant l'invention, il est préférable que le rapport hauteur/largeur  $H/W$  soit compris entre 0,9 et 0,4 et mieux entre 0,7 et 0,4 et que l'aplatissement  $R_1/W'$  de la carcasse soit compris entre 3 et 10 et, de  
5 préférence entre 5 et 10.

Le pneumatique radial à faible section pour fortes charges selon l'invention peut être avantageusement fabriqué par un procédé comprenant les opérations de :

- formation d'une coque verte, au cours de laquelle  
10 on place un ou plusieurs plis de carcasse sur le pourtour extérieur d'un premier tambour et on le rabat autour de chaque tringle de talon, de façon à intercaler un renfort situé au-dessus de la tringle entre le pli et la partie rabattue de celui-ci et l'on applique sur lui une couche  
15 de flanc en caoutchouc ;

- formation d'une seconde coque verte, au cours de laquelle un ou plusieurs câbles non extensibles ou difficilement extensibles sont enroulés en hélice sur un second tambour avec un profil extérieur correspondant sensiblement à la forme présentée par la carcasse lorsque le pneumatique à fabriquer est monté sur une jante et gonflé à  
20 une pression interne donnée et capables de contracter le profil précité pour former une seconde couche de ceinture, puis lui superpose successivement une première couche de  
25 ceinture et une couche de bande de roulement en caoutchouc ;

formation d'une enveloppe de pneumatique verte, au cours de laquelle on insère la première coque verte, extraite du premier tambour, à l'intérieur de la seconde coque verte, extraite du second tambour, au droit l'une  
30 de l'autre, puis on met l'assemblage résultant sous forme toroïdale ; et

mise en place de l'enveloppe pneumatique verte dans un vulcanisateur en vue d'opérer sa vulcanisation. Dans ce cas, il est particulièrement commode d'extruder chaque  
35 couche de flanc en caoutchouc en combinaison avec un coussin en caoutchouc à placer à l'une de ses extrémités.

Dans les pneumatiques radiaux à faible section pour

fortes charges classiques, la première couche de ceinture précitée ou au moins deux plis de câbles comportant chacun des câbles d'acier, inclinés dans de nombreux cas à un angle relativement faible de 10 à 40° sur le plan équatorial du pneumatique, dont les croisés sont croisés entre eux, servent de renfort de ceinture principal, de sorte que la rigidité de la ceinture devient très insuffisante dans les deux parties latérales par rapport à la partie médiane au cas où le rapport hauteur/largeur est relativement faible et que la bande de roulement prend, par conséquent, une forme concave. Pour cette raison, on a déjà proposé de perfectionner les éléments de renfort en satisfaisant aux exigences d'effet de frette de la ceinture et de rigidité de la bande de roulement, par exemple en ajustant l'inclinaison des câbles, le nombre de plis et des facteurs analogues, mais sans parvenir à résoudre les problèmes précités. Compte tenu de ce qui précède, les inventeurs ont grandement modifié le principe même et ont examiné en particulier s'il est ou non indiqué de prévoir la première couche de ceinture comme couche de renfort principale de la ceinture. Il en est résulté la découverte par les inventeurs, que la rigidité de la bande de roulement peut avantageusement être assurée par la seconde couche de ceinture dotée de la structure définie ci-dessus tandis que la première couche de ceinture joue plutôt dans la ceinture le rôle de couche auxiliaire, ce qui assure une distribution uniforme de la pression de contact avec le sol sur l'aire de contact avec le sol, suivant la largeur de celle-ci, et permet de relever beaucoup la résistance au patinage à l'état humide sans provoquer d'usure irrégulière même quand le rapport hauteur/largeur ne dépasse pas 0,4.

On va maintenant décrire l'invention en se référant aux dessins annexés, sur lesquels,

- 35 - la figure 1 est une vue en coupe d'une réalisation de pneumatique suivant l'invention ;
- les figures 2 et 3 sont des vues partielles en coupe

respectives d'autres réalisations de pneumatique suivant l'invention ;

5 - les figures 4 et 5 sont des vues schématiques illustrant respectivement les deux stades principaux de fabrication du pneumatique suivant l'invention.

10 Sur la figure 1 est représentée une réalisation du pneumatique radial à faible section pour fortes charges T suivant l'invention ayant des dimensions de pneumatique de 380/50 R 17,5 14P dans l'état de montage sur une jante R de 12,25 x 17,5 de gonflage sous une pression interne de 8,5 kg/cm<sup>2</sup>.

15 La référence 1 désigne une seconde couche de ceinture de la ceinture B. Dans la réalisation illustrée, la seconde couche de ceinture 1 est un pli de câbles comportant des câbles d'acier 1a (structure de torons : 1x3+9+15x0,25+1) disposés à raison d'un compte terminal de 6 câbles/cm sur une largeur  $w_1$  sensiblement égale à la largeur  $w_0$  de bande de roulement et à peu près parallèlement au plan équatorial du pneumatique. La référence 2 désigne une  
20 première couche de ceinture, composée de deux plis de câbles comportant des câbles d'acier 2a et 2b (structure de torons : 1x3+6x0,38 mm) disposés à un angle d'inclinaison de 20° sur le plan équatorial du pneumatique et s'étendant à raison d'un compte terminal de 5,5 câbles/cm sur  
25 des largeurs  $w_2$  et  $w_2'$  un peu inférieures à celle de la seconde couche, les câbles de ces plis étant croisés entre eux.

30 La référence 3 désigne une carcasse radiale composée d'un pli de câbles comportant des câbles d'acier (structure de torons : 1x3+9x0,25+1, compte terminal 6 câbles/cm), qui s'étend entre deux talons annulaires et est rabattu autour d'une tringle de talon 4 noyée dans le talon de façon à prendre en sandwich un renfort 5 (composé dans la réalisation illustrée de deux sortes de caoutchoucs,  
35 dur et mou) entre la carcasse et s'en rabattu, et est renforcée à l'extérieur du talon rabattu par une armature 6 de câbles d'acier (structure de torons :

1x3+9+15x0,15+1, compte terminal : 26 câbles/25,4 mm)  
inclinés à 60° sur la ligne radiale du pneumatique.

Une bande de roulement en caoutchouc t est superposée à la ceinture B composée de la première couche de ceinture 2 et de la seconde couche de ceinture 1 et réunie, sur  
5 les deux côtés de la seconde couche de ceinture 1, avec un coussin en caoutchouc C interposé entre la seconde couche de ceinture 1 et la carcasse radiale 3 et un flanc en caoutchouc S.

10 Dans la réalisation illustrée, le pneumatique T a les dimensions suivantes :  $W = 380$  mm,  $w_0 = 285$  mm,  $w_1 = 280$  mm,  $w_2 = 210$  mm,  $w_2' = 140$  mm et  $w_3 = 195$  mm,  $w_3$  correspondant à la distance séparant les extrémités opposées des coussins en caoutchouc C, la seconde couche  
15 de ceinture 1 couvrant, par sa partie médiane, une distance supérieure à  $w_3$  suivant la ligne de passage de câbles de la carcasse radiale 3 en contact direct avec elle et chacune des parties latérales restantes étant placée sur l'un des coussins en caoutchouc C. La hauteur H du pneuma-  
20 tique, mesurée depuis la base des talons, est de 185 mm, de sorte que le rapport hauteur/largeur  $H/W$  est d'environ 50 %. D'autre part, attendu que le rayon  $R_0$  de la couronne de bande de roulement est de 2 500 mm et que le rayon  $R_1$  de la partie de couronne de la carcasse 3 en contact avec  
25 la seconde couche de ceinture 1 est de 2 465 mm, l'aplatissement de la carcasse, exprimé par le rapport du rayon de la partie de couronne de la carcasse à la largeur maximale de la carcasse ( $W' = W - 2g$ ) (g étant l'épaisseur du flanc en caoutchouc à l'emplacement de la largeur maxi-  
30 male, g étant de 4 mm dans la réalisation illustrée) est de 6,6.

La ténacité T par câble de la seconde couche de ceinture 1, au voisinage du plan équatorial du pneumatique, est de 320 daN, le rayon  $R_m$  du pli de câbles de la ceinture  
35 est de 38 cm et la pression interne P est de 8,5 kg/cm<sup>2</sup>, et en conséquence la résistance à la traction par unité de largeur, calculée d'après l'équation précitée, est de



5,9, tandis que la ténacité de la première couche de ceinture 2 est de 185 daN, et donc la résistance à la traction en est de 2,8. Par conséquent, le rapport de la résistance à la traction de la seconde couche de ceinture 1 dans la  
5 somme de ces résistances à la traction est de  $\frac{5,9}{5,9+2,8} \times 100$   
 $\approx 68 \%$ .

En vue d'obtenir une pression de contact avec le sol plus uniforme, il est souhaitable que la résistance à la traction de la seconde couche de ceinture 1 soit plus  
10 grande dans les deux parties marginales latérales que dans la partie centrale correspondant à la partie de couronne de la carcasse 3 attendu que le rapport hauteur/largeur devient particulièrement faible. Par conséquent, en vue  
15 d'augmenter encore la longévité et bien qu'une telle mesure soit désavantageuse du point de vue de la fabrication du pneumatique comme on l'indiquera plus loin, on peut disposer une couche auxiliaire 11 de câbles (fig. 2,3), disposés avec un angle d'inclinaison non inférieur à 40° et de  
20 préférence à 60° sur le plan équatorial du pneumatique, à l'intérieur ou à l'extérieur de la seconde couche de ceinture 1, de préférence près de celle-ci, dans la direction radiale et sur une largeur sensiblement égale à celle de la couche 1.

Dans la ceinture B, la largeur  $w_1$  de la seconde  
25 couche de ceinture 1 représente avantageusement 90 à 110 % et de préférence 95 à 105 % de la largeur  $w_0$  de la bande de roulement, du point de vue de la longévité de la ceinture. La largeur  $w_3$  de la seconde couche de ceinture s'étendant le long de la ligne de passage des câbles dans  
30 la partie de couronne de la carcasse 3 représente avantageusement 50 à 90 % et de préférence 60 à 80 % de la largeur  $w_1$  précitée, du point de vue de l'uniformité de la pression de contact avec le sol lors de la rotation du pneumatique sous charge ainsi que de la longévité de  
35 la ceinture.

En vue d'éviter une éventuelle séparation sur les

parties marginales latérales de la première couche de ceinture 2, la largeur  $w_2$  de la première couche de ceinture 2 de la ceinture B représente 60 à 80 % et, de préférence, 70 à 80 % de la largeur  $w_1$  précitée.

5 Comme précédemment indiqué, les première et seconde couches de ceinture de la ceinture B peuvent facultativement comporter une combinaison convenable de divers matériaux pour câbles, mais dans les pneumatiques radiaux à faible section pour fortes charges de ce type, les couches  
10 de ceinture comportant le pli de carcasse sont de préférence composées de câbles d'acier comme dans la réalisation illustrée.

De plus, la seconde couche de ceinture 1 de la ceinture B peut être composée, soit d'un seul pli comme dans  
15 la réalisation illustrée, soit de plusieurs plis. Dans ce dernier cas, au moins un pli de câbles est continu suivant la largeur, tandis que l'autre ou les autres plis peuvent être convenablement divisés suivant la largeur en plusieurs bandes.

20 De préférence, le rayon de courbure  $R_0$  de la bande de roulement  $t$  est sensiblement égal au rayon  $R_1$  de la partie de couronne de la carcasse 3.

L'invention est ainsi applicable à des pneumatiques dans lesquels le rapport hauteur/largeur  $H/W$  est compris  
25 entre 0,4 et 0,9 et notamment entre 0,4 et 0,65 et la pression interne demeure dans un intervalle ne dépassant pas 1,4 fois et, de préférence, 1,25 fois la pression interne normale.

On a comparé les performances du pneumatique A selon  
30 l'invention, représenté sur la figure 1 et décrit ci-dessus, à celles de pneumatiques classiques comportant les renforts de ceinture suivants.

#### Pneumatique classique B

Ce pneumatique a la structure de ceinture classique  
35 en ce sens qu'à la partie de couronne de la carcasse 3 représentée sur la figure 1, on a successivement superposé une première couche de câbles d'acier inclinés à 65° sur

le plan équatorial du pneumatique, une seconde couche de câbles d'acier inclinés à  $15^\circ$  dans le même sens que ceux de la première couche et ayant une largeur supérieure à celle de la première couche, et une troisième couche de câbles d'acier inclinés à  $15^\circ$  en sens opposé à celui d'inclinaison de la première couche et ayant une largeur comparativement plus faible que celle de la seconde couche, tous ces câbles d'acier ayant la structure de torons  $1 \times 3 + 9 + 15 \times 0,25 + 1$ .

10 Pneumatique classique C

Ce pneumatique a la structure de ceinture classique en ce sens que deux couches de câbles d'acier ayant chacune la structure de torons  $1 \times 3 + 6 \times 0,38$  ont été disposées sur la partie de couronne avec des inclinaisons de câbles égales à celles des seconde et troisième couches du pneumatique B et qu'un câble d'acier ( $1 \times 3 + 9 + 15 \times 0,25 + 1$ ) a été enroulé en hélice autour d'elle parallèlement au plan équatorial du pneumatique.

Les objets d'étude, conditions et résultats de l'essai de comparaison sont indiqués dans le tableau ci-dessous.

objet d'étude	Méthode d'essai	Pneumatique		
		A	B	O
Séparation au bord de la ceinture	On a mesuré la longueur de fissuration obtenue au bord de la ceinture après avoir fait rouler le pneumatique, sous pression interne de 85 bars, à une vitesse de 65 km/h sous une charge de 4000 daN correspondant à une surcharge de 140 %, sur une distance de 3 000 km.	140	100	130
Distribution en largeur de la pression de contact avec le sol	On a mesuré la pression de contact avec le sol en divers emplacements : au milieu de la couronne ; au quart de la largeur de la bande de roulement ; au niveau de l'épaulement, après gonflage du pneumatique sous une pression interne de 85 bars sous une charge de 2 880 daN correspondant à 100 % de la charge normale	1:1:1	1:0,7:1,2	1:1:1
Irrégularité de la résistance à l'usure (sur bonne route)	On a mesuré la différence de profondeur d'usure entre nervures voisines après avoir fait rouler le pneumatique, sous pression interne de 85 bars, sous une charge de 2 500 daN sur une distance de 25 000 km.	0,2mm	2,0mm	1,8mm
Poids de la ceinture	Poids total de la ceinture d'un pneumatique	60	100	60
Endommagement de la ceinture (sur mauvaise route)	On a observé les ruptures de câble apparues dans la couche de câble enroulé en hélice de la ceinture après avoir fait rouler le pneumatique, sous charge interne de 85 bars sous une charge de 2 500 daN sur une distance de 50 000 km.			Rupture de câble en 54 endroits

Comme le montrent les résultats ci-dessus, dans le pneumatique suivant l'invention, on atténue considérablement l'irrégularité d'usure en améliorant la structure de renforcement de la ceinture comme indiqué ci-dessus pour rendre convenable la distribution en largeur de la pression de contact avec le sol ; de plus, la réduction du poids de la ceinture et l'amélioration apportée pour éviter la séparation de la courroie et la rupture de câbles sont manifestes.

Les figures 4 et 5 illustrent schématiquement un procédé avantageux pour la fabrication du pneumatique suivant l'invention et sont relatives aux stades de formation d'une première coque verte 7 et d'une seconde coque verte 8.

Dans la fabrication de la première coque verte 7, illustrée par la figure 4, on commence par enrouler un ou plus d'un matériau à pli 3' de formation de la carcasse 3 autour de la circonférence extérieure d'un premier tambour 9 de forme cylindrique, rétractable de la manière classique, puis on rabat les deux tronçons excédentaires 3" du matériau à pli 3' autour des tringles de talon 4 situées de part et d'autre du tambour de façon à prendre en sandwich deux sortes de caoutchouc mou et dur 5' constituant l'élément raidisseur 5, et l'on plaque ensuite deux pièces de caoutchouc S', dont chacune constitue une couche de caoutchouc de flanc S, sur une partie du matériau à pli 3' et sur ses deux tronçons rabattus, avec interposition de matériaux nécessaires de protection de fils métalliques 6' et de protection de caoutchouc 6". Ensuite, on réduit le diamètre extérieur du premier tambour 9 pour extraire la première coque verte 7 du tambour.

Dans ce cas, il est souhaitable de réaliser les pièces de caoutchouc S' en matériau composite venu d'extrusion avec une sorte de caoutchouc C' correspondant au coussin de caoutchouc C à placer de son côté intérieur. Le caoutchouc C' a de préférence des caractéristiques de caoutchouc semblables à celle d'un revêtement de caoutchouc pour la carcasse 3 et la ceinture tel que cité ci-dessous.

Dans la fabrication de la seconde coque verte 8, illustrée par la figure 5, on commence par enrouler un câble

d'acier unique la ou un faisceau de deux ou au plus trois câbles d'acier la constituant la seconde couche de ceinture 1 sur le pourtour extérieur d'un second tambour 10 de forme cylindrique, rétractable, en une hélice située au droit de la ligne de passage des câbles dans la partie de couronne de la carcasse 3 du pneumatique à fabriquer mis sous une pression interne déterminée. Bien que non illustré, cet enroulement peut être opéré en deux couches ou plusieurs si besoin est. En variante, on peut faire tourner autour du tambour une toile de câbles diagonaux composée de ces câbles en superposant ses extrémités l'une à l'autre dans la direction d'orientation des cordons.

Pour ce qui est de la première couche de ceinture 2, les câbles 2a et 2b se croisent en un agencement de câbles pareil à celui de l'armature de ceinture principale classique et sont superposés en deux couches comme représenté sur la figure 5 ou en un nombre de couches voisin de deux. Ensuite, une bande de roulement en caoutchouc t est superposée à la première couche de ceinture 2.

Ensuite, on extrait la seconde coque verte 8 ainsi formée en réduisant le diamètre extérieur du second tambour 10 et on insère dans son intérieur la première coque verte 7 en alignant les deux coques. On met l'ensemble résultant sous forme toroïdale pour le transformer en une enveloppe de pneumatique verte, que l'on cuit au vulcanisateur de la manière classique, ce qui permet d'obtenir aisément le pneumatique radial représenté à la figure 1.

Suivant l'invention, non seulement on peut avantageusement assurer la distribution uniforme de la pression de contact avec le sol dans des pneumatiques radiaux à faible section pour fortes charges à rapport hauteur/largeur allant jusqu'à 0,4 en améliorant la structure de renforcement de la ceinture, mais encore on parvient à réduire le poids du pneumatique tout en évitant l'usure irrégulière de la bande de roulement en réduisant le poids de la ceinture sans provoquer de séparation des extrémités de la ceinture ni de rupture des câbles. De plus l'invention facilite particulièrement la fabrication de tels pneumatiques radiaux à faible section pour fortes charges.

REVENDICATIONS

1. Pneumatique radial à faible section pour fortes charges comprenant une carcasse radiale (3) s'étendant sous forme toroïdale entre deux talons annulaires, une ceinture  
5 (B) composée de plusieurs couches de plis successivement superposées l'une à l'autre autour d'une partie de couronne de la carcasse, et une bande de roulement en caoutchouc ayant sensiblement une largeur égale à la largeur maximale de la ceinture, caractérisé en ce que ladite ceinture est une com-  
10 binaison d'une première couche de ceinture (2) et d'une seconde couche de ceinture (1), ladite première couche de ceinture (2) étant composée d'au moins deux plis de câbles (2a, 2b) comportant chacun des câbles ayant une inclinaison faible sur le plan équatorial du pneumatique, et dont les  
15 câbles se croisent par rapport au plan équatorial, ladite seconde couche de ceinture (1) étant composée d'au moins un pli de câbles (1a) comportant des câbles non extensibles ou difficilement extensibles disposés quasi parallèlement au plan équatorial et s'étendant sur les deux côtés de la  
20 première couche de ceinture (2) entre la première couche de ceinture et la carcasse.

2. Pneumatique radial à faible section pour fortes charges selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite carcasse (3) est composée d'un à plusieurs plis de  
25 câbles choisis parmi les câbles en polyamide aromatique non extensibles ou difficilement extensibles et les câbles d'acier.

3. Pneumatique radial à faible section pour fortes charges selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce  
30 que ladite première couche de ceinture (2) est composée de câbles de fibre en une matière choisie parmi le Nylon, le polyester et le polyamide aromatique, lesdits câbles étant disposés avec une inclinaison de 10 à 40° sur le plan équatorial du pneumatique.

35 4. Pneumatique radial à faible section pour fortes charges selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite première couche de ceinture (2) est composée de

câbles de torons de fils d'acier disposés avec une inclinaison de 10 à 40° sur le plan équatorial du pneumatique.

5. Pneumatique radial à faible section pour fortes charges selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ladite seconde couche de ceinture (1) est composée de câbles ayant un module d'élasticité non inférieur à  $30 \times 10^4$  kg/cm<sup>2</sup> et s'étend sur une largeur supérieure à celle de la première couche de ceinture (2) et sensiblement égale à celle de la bande de roulement en caoutchouc (t).

6. Pneumatique radial à faible section pour fortes charges selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ladite seconde couche de ceinture (1) est disposée sur la carcasse (3) de façon à être située à raison d'au moins 50 % et, de préférence, de 60 à 80 %, dans sa partie médiane, le long de la ligne de passage de câbles au niveau de la partie de couronne de la carcasse et contact direct avec elle, tandis que les deux parties latérales restantes sont disposées sur des coussins en caoutchouc (C) situés chacun au niveau d'un épaulement de la carcasse.

7. Pneumatique radial à faible section pour fortes charges selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite seconde couche de ceinture (1) a une résistance à la traction égale à 60-90 % de la somme des résistances à la traction desdites première et seconde couches de ceinture (1,2) par unité de largeur, ces résistances à la traction étant calculées par l'équation :

$$T.N \cos^2 \alpha \times R_m . P$$

où T est la ténacité d'un câble, N est le nombre de câbles par unité de largeur mesuré perpendiculairement aux câbles,  $\alpha$  est l'inclinaison du câble sur le plan équatorial du pneumatique,  $R_m$  est le "rayon" de chaque pli de câbles, c'est-à-dire la distance du centre du câble au centre du pneumatique et P est la pression interne normale du pneumatique.

8. Pneumatique radial à faible section pour fortes charges selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il a un rapport hauteur/largeur de 0,9 à 0,4 et de préférence de 0,7 à 0,4 et un aplatissement de carcasse



$R_1$  de 3 à 10 et de préférence de 5 à 10.

9. Procédé de fabrication de pneumatique radial à faible section pour fortes charges, caractérisé en ce qu'il comprend les opérations de :

- 5        formation d'une première coque verte (7) dans laquelle on place un (ou plusieurs) pli (3') de carcasse sur le pourtour extérieur d'un premier tambour (9) et on le rabat autour de chacune des tringles de talon (4) de façon à intercaler un renfort (5') situé au-dessus de la tringle  
10      entre le pli (3') et la partie rabattue (3'') de celui-ci et l'on applique sur lui une couche de flanc en caoutchouc (S') ;

- formation d'une seconde coque verte (8) dans laquelle on enroule en hélice un ou plusieurs câbles (1a) non exten-  
15      sibles ou à peine extensibles sur un second tambour (10) avec un profil extérieur correspondant sensiblement à la forme présentée par la carcasse lorsque le pneumatique à fabriquer est monté sur une jante et gonflé à une pression interne donnée et capable de contracter le profil précité  
20      pour forer une seconde couche de ceinture (1) puis on lui superpose successivement une première couche de ceinture (2) et une couche de bande de roulement en caoutchouc (t) ;

- formation d'une enveloppe de pneumatique verte dans laquelle on insère la première coque verte (7), extraite  
25      du premier tambour (9), à l'intérieur de la seconde coque verte extraite du second tambour, au droit l'une de l'autre puis on met l'assemblage résultant sous forme toroïdale ;  
et

- mise en place de l'enveloppe de pneumatique verte dans  
30      un vulcanisateur en vue d'opérer sa vulcanisation.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'on extrude ladite couche de flanc en caoutchouc (S') en combinaison avec un coussin en caoutchouc (C') devant être placé à l'une de ses extrémités.



FIG. 2

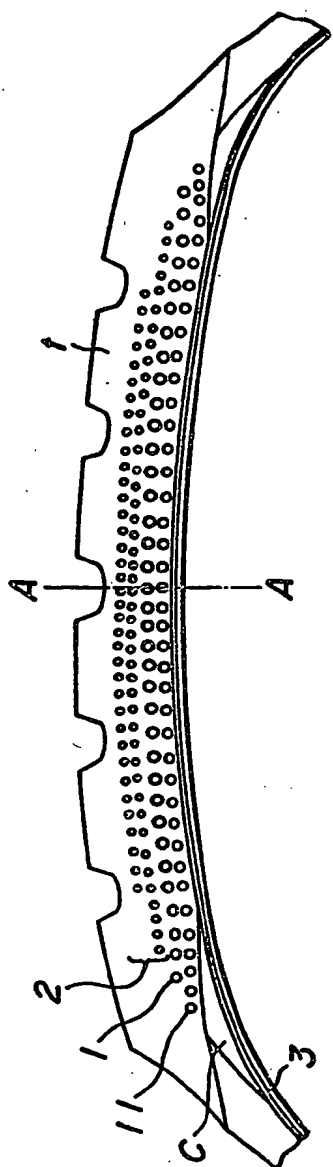
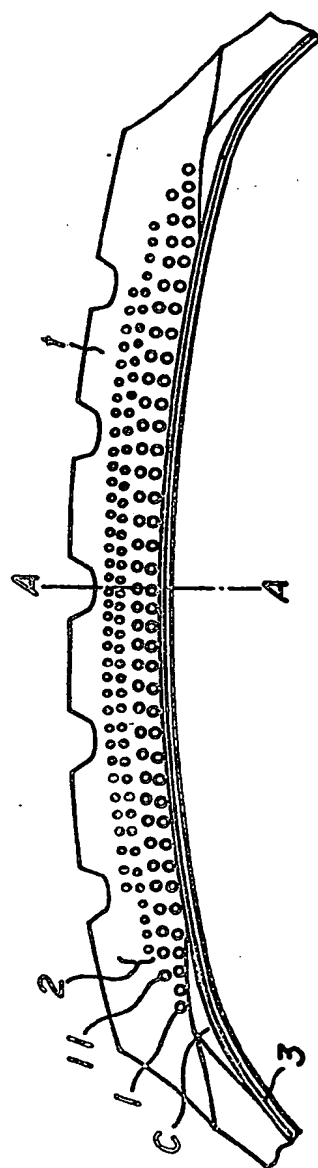


FIG. 3



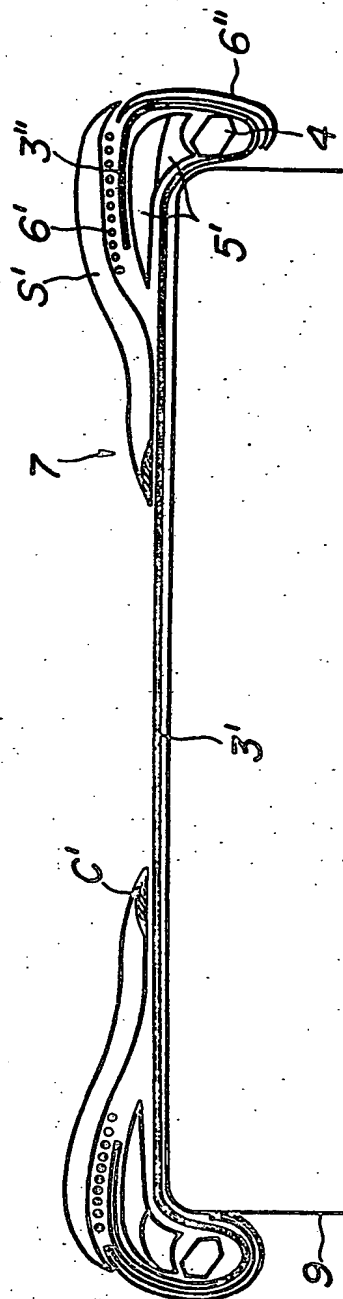
**FIG. 4**

FIG. 5

